



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 01 318 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶
G 09 G 3/36
G 02 F 1/136
H 04 N 3/10

⑳ Aktenzeichen: 198 01 318.3
㉔ Anmeldetag: 15. 1. 98
㉕ Offenlegungstag: 15. 10. 98

DE 198 01 318 A 1

③① Unionspriorität:
12729/97 07. 04. 97 KR
⑦① Anmelder:
LG Semicon Co., Ltd., Cheongju, KR
⑦④ Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Wuesthoff & Wuesthoff,
81541 München

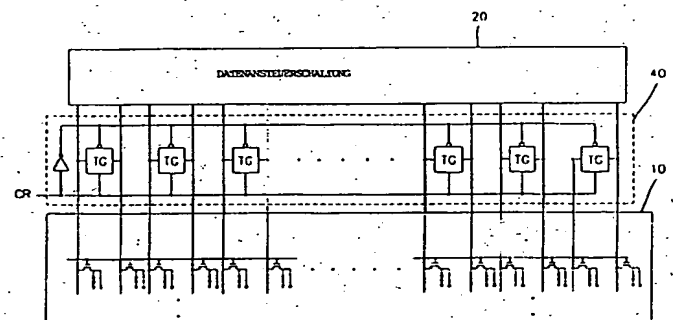
⑦② Erfinder:
Kwon, Oh-Kyong, Seoul/Soul, KR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Ansteuerschaltung für Dünnschichttransistor-Flüssigkeitskristallanzeige mit Recycling von elektrischer Ladung und diese verwendendes Verfahren

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Ansteuerschaltung für eine TFT-LCD mit Recycling von elektrischer Ladung sowie ein Verfahren hierfür, die in der Lage sind, eine Kennlinienverschlechterung einer LCD und eines TFT durch Vermindern einer Leistungsaufnahme einer Punktinversions- und Spalteninversionsmethode zu verhindern. Die Schaltung umfaßt eine Übertragungsgateeinheit (40) oder eine Leittransistoreinheit, die zwischen der Datensteuereinheit (20) und der LCD-Tafel (10) verbunden sind, um eine elektrische Ladung, die in die Datenleitung (DL) geladen ist, gemäß einem Steuersignal (CR) für Recycling von elektrischer Ladung während einer Austastzeit einem Recycling zu unterwerfen.



DE 198 01 318 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Ansteuerschaltung für eine Dünnschichttransistor-(TFT)-Flüssigkristallanzeige (LCD) und ein diese verwendendes Verfahren und insbesondere auf eine verbesserte Ansteuerschaltung für eine TFT-LCD mit Recycling von elektrischer Ladung und ein diese verwendendes Verfahren, die in der Lage sind, eine Kennlinienverschlechterung von einer LCD und einem TFT zu verhindern, indem eine Leistungsaufnahme eines Punkt-Inversions- und Spalten-Inversionsverfahrens reduziert werden.

Wie in Fig. 1 dargestellt ist, umfaßt eine herkömmliche TFT-LCD-Ansteuerschaltung eine LCD-Tafel 10 mit einer Vielzahl von Pixels an den Kreuzungen zwischen einer Vielzahl von Gateleitungen GL und einer Vielzahl von Datenleitungen DL, eine Datenansteuerschaltung 20 zum Versorgen der Pixels mit einem Videosignal jeweils über die Datenleitungen DL der LCD-Tafel 10 und eine Gateansteuereinheit 30 zum Wählen einer entsprechenden Gateleitung GL der LCD-Tafel 10 und zum jeweiligen Einschalten einer Vielzahl von Pixels.

Die Pixels werden durch eine Vielzahl von Dünnschichttransistoren 1, deren Gate jeweils mit einer entsprechenden Gateleitung GL verbunden und an eine entsprechende Datenleitung DL angeschlossen ist, und einen Speicherkondensator CS sowie einen LCD-Kondensator Clc, die parallel zu Source des Dünnschichttransistors 1 liegen, gebildet.

Der Betrieb der herkömmlichen TFT-LCD-Ansteuerschaltung wird nunmehr anhand der begleitenden Zeichnungen beschrieben.

Ein (nicht gezeigtes) Schieberegister der Datenansteuereinheit 20 liefert sequentiell Videodaten für ein Pixel, und ein Videodatum entsprechend der Datenleitung DL wird gespeichert. Die Gateansteuereinheit 30 gibt ein Gateleitungswahlsignal GLS ab und wählt eine entsprechende Gateleitung GL aus einer Vielzahl von Gateleitungen GL.

Daher werden die mit der gewählten Gateleitung GL verbundenen Dünnschichttransistoren eingeschaltet, und die Videodaten, die in dem (nicht gezeigten) Schieberegister der Datenansteuereinheit 20 gespeichert sind, liegen an Drain, so daß die Videodaten auf der LCD-Tafel 10 angezeigt werden. Da die oben beschriebenen Operationen wiederholt durchgeführt werden, werden die Videodaten auf der LCD-Tafel 10 angezeigt.

Zu dieser Zeit liefert die Datenansteuereinheit 20 ein VCOM, ein positives Videosignal und ein negatives Videosignal, zu der LCD-Tafel 10, so daß die Videodaten auf der LCD-Tafel 10 angezeigt werden.

Insbesondere werden, wie in Fig. 2 gezeigt ist, beim Stand der Technik, wenn die TFT-LCD-Ansteuerschaltung angesteuert ist, das positive Videosignal und das negative Videosignal abwechselnd an die Pixels gelegt, wann immer die Vollbilder geändert werden, so daß die LCD keine Gleichspannung empfängt. Daher liegt die VCOM, was eine Zwischenspannung zwischen dem positiven Videosignal und dem negativen Videosignal ist, an der Elektrode der oberen Platte der TFT-LCD.

Wenn alternativ das positive Videosignal und das negative Videosignal an die LCD bezüglich der VCOM angelegt werden, ist eine Lichttransferkurve der LCD nicht identisch gemacht, um so ein Flacker- bzw. Flimmerproblem zu verursachen.

Um das Flimmerproblem zu vermeiden, werden, wie in Fig. 3 gezeigt ist, die Vollbildinversionsmethode, die Zeileninversionsmethode, die Spalteninversionsmethode und die Punktinversionsmethode verwendet.

Fig. 3A veranschaulicht insbesondere die Vollbildinversi-

onismethode, in welcher die Polarität eines Videosignales verändert wird, wann immer das Vollbild verändert wird, und Fig. 3B zeigt die Zeileninversionsmethode, bei der die Polarität eines Videosignales lediglich dann verändert wird, wann immer die Gateleitung GL geändert wird. Zusätzlich veranschaulicht Fig. 3C die Spalteninversionsmethode, bei der die Polarität eines Videosignales verändert wird, wann immer die Datenleitung DL und das Vollbild geändert werden. Fig. 3D zeigt die Punktinversionsmethode, bei der die Polarität eines Videosignales verändert wird, wann immer die Gateleitung GL von jeder Datenleitung DL und das Vollbild verändert werden.

Zu dieser Zeit ist die Qualität des Bildes in der Sequenz der Vollbildinversion, der Zeileninversion, der Spalteninversion und der Punktinversion angehoben. Die Anzahl der Polaritätsänderungen ist proportional zu der Qualität des Bildes gesteigert, wodurch so die Leistungsaufnahme erhöht wird.

Das oben beschriebene Problem wird nunmehr in Einzelheiten anhand der in Fig. 4 gezeigten Punktinversionsmethode beschrieben.

Fig. 4 veranschaulicht eine Wellenform einer ungeraden Anzahl von Datenleitungen DL und einer geraden Anzahl von Datenleitungen DL, die in die LCD-Tafel 10 in der Punktinversionsmethode geführt sind. Insbesondere wird die Polarität des Videosignales der Datenleitung DL bezüglich einer VCOM verändert, wann immer die Gateleitung GL geändert wird.

Zu dieser Zeit nimmt unter der Annahme, daß der gesamte Teil der TFT-LCD-Tafel von grauer Farbe ist, die Videosignal-Änderungsbreite V der Datenleitung DL das zweifache der VCOM und der Änderungsbreite des positiven Videosignales oder der VCOM und der Änderungsbreite des negativen Videosignales an. Zusätzlich wird unter der Annahme, daß der Kapazitätswert der Datenleitung DL durch C_L gegeben ist, die Leistungsaufnahme des Ausgangsanschlusses durch die folgende Gleichung berechnet:

$$E = C_L V^2$$

Insbesondere weist die Punktinversionsmethode die Probleme auf, daß, da das Videosignal von positiv nach negativ oder von negativ nach positiv verändert wird, wann immer die Gateleitung GL geändert wird, die Leistungsaufnahme erhöht ist.

Wenn daher die LCD-Vorrichtung mittels eines polykristallinen Silicium-Dünnschichttransistors (Poly-Si-TFT) hergestellt wird, wird eine Menge an Wärme aufgrund eines hohen Leistungsverbrauches erzeugt, so daß die Kennlinienverschlechterung der LCD aufgrund von Wärme auftritt.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Ansteuerschaltung für eine TFT-LCD mit Recycling von elektrischer Ladung sowie ein Verfahren hierfür vorzusehen, die die beim Stand der Technik auftretenden oben erläuterten Probleme überwinden; außerdem sollen eine Ansteuerschaltung für eine TFT-LCD mit Recycling von elektrischer Ladung sowie ein Verfahren hierfür geschaffen werden, die eine Kennlinienverschlechterung einer LCD und eines TFT durch Reduzieren einer Leistungsaufnahme einer Punktinversions- und einer Spalteninversionsmethode zu verhindern vermögen.

Zur Lösung dieser Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung eine Ansteuerschaltung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 bzw. ein Punktinversionsverfahren sowie ein Spalteninversionsverfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 6.

Die Erfindung schafft also eine Ansteuerschaltung für eine TFT-LCD mit Recycling von elektrischer Ladung, die

gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel eine Übertragungsgattereinheit oder eine Leittransistoreinheit hat, die zwischen der Datenansteuereinheit und der LCD-Tafel verbunden sind, um eine in die Datenleitung DL geladene elektrische Ladung gemäß einem Steuersignal CR für ein elektrisches Ladungsrecycling während einer Austastzeit zu recyceln.

Eine Ansteuerschaltung für eine TFT-LCD mit Recycling von elektrischer Ladung umfaßt gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung eine ungerade Anzahl von Datenleitungen und eine gerade Anzahl von Datenleitungen, die durch ein elektrisches Ladungsrecycling-Steuersignal CR während einer Horizontal-Austastzeit oder einer Vertikal-Austastzeit kurzgeschlossen sind.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm, das eine herkömmliche TFT-LCD-Ansteuerschaltung veranschaulicht,

Fig. 2 ein Wellenformdiagramm, das ein Ansteuersignal einer TFT-LCD von Fig. 1 veranschaulicht,

Fig. 3A bis 3D Darstellungen, die Inversionsmethoden einer TFT-LCD veranschaulichen,

Fig. 4 ein Wellenformdiagramm einer herkömmlichen Punktinversionsmethode,

Fig. 5 ein Blockdiagramm, das eine TFT-LCD-Ansteuerschaltung mit Recycling von elektrischer Ladung gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht,

Fig. 6 ein Wellenformdiagramm, das ein Ansteuersignal einer TFT-LCD von Fig. 5 veranschaulicht,

Fig. 7 ein Wellenformdiagramm, das eine Punktinversionsmethode von Fig. 5 veranschaulicht, und

Fig. 8 ein Wellenformdiagramm, das eine Spalteninversionsmethode von Fig. 5 veranschaulicht.

Wie in Fig. 5 gezeigt ist, ist die TFT-LCD-Schaltung mit Recycling von elektrischer Ladung gemäß der vorliegenden Erfindung ausgeführt durch Beifügen einer Übertragungsgattereinheit 40 zu der herkömmlichen, in Fig. 1 gezeigten TFT-LCD-Ansteuerschaltung durch Kurzschließen der ungeradzahigen Datenleitungen DL und der geradzahigen Datenleitungen DL gemäß einem elektrischen Ladungsrecycling-Steuersignal CR, um so die in eine Datenleitung DL geladenen elektrischen Ladungen zu recyceln.

Die Übertragungsgattereinheit 40 umfaßt eine Vielzahl von Übertragungsgattern TG, die zwischen den ungeradzahigen Datenleitungen DL und den geradzahigen Datenleitungen DL liegen, und jedes Übertragungsgatter TG ist gestaltet durch paralleles Verbinden eines PMOS-Transistors PM und eines NMOS-Transistors NM, und gesteuert durch eine nicht-invertiertes oder ein invertiertes Steuersignal CR mit Ladungsrecycling von elektrischer Ladung.

Der Betrieb der Ansteuerschaltung für eine TFT-LCD mit elektrischer Ladung gemäß der vorliegenden Erfindung wird nunmehr anhand der begleitenden Zeichnungen beschrieben.

Zunächst empfängt die Datenansteuereinheit 20 sequentiell Videosignale von einem Pixel und liefert Videosignale entsprechend zu einer Vielzahl von Datenleitungen DL, und die (nicht gezeigte) Gatteransteuereinheit 20 gibt ein Gateleitungswählsignal GLS ab und wählt sequentiell nacheinander eine Vielzahl von Gateleitungen GL.

Der mit der gewählten Gateleitung GL verbundene Dünnfilmtransistor wird eingeschaltet, und die Videosignale von der Datenansteuereinheit 20 werden auf der LCD-Tafel 10 über die ungeradzahigen Datenleitungen DL und die geradzahigen Datenleitungen DL angezeigt.

Wenn zu dieser Zeit die Übertragungsgattereinheit 40 die ungeradzahigen Datenleitungen DL und die geradzahigen Datenleitungen DL abhängig von einem Steuersignal CR für

Recycling von elektrischer Ladung kurzschließt, so daß ein Teil der elektrischen Ladungen der Datenleitung DL, die in den positiven Videosignalzustand geladen ist, zu der Datenleitung transportiert wird, die in den negativen Videosignalzustand geladen ist, um so die elektrischen Ladungen zu recyceln.

Zu dieser Zeit besteht eine Austastzeit zwischen den Vollbildern und den Gatterleitungen GL, in die das Videosignal nicht eingegeben ist. Die Austastzeit zwischen den Gateleitungen GL wird als eine Horizontal-Austastzeit bezeichnet, und die Austastzeit zwischen den Vollbildern wird als Vertikal-Austastzeit angenommen. Im allgemeinen beträgt die Horizontal-Austastzeit etwa 5,72 s, und die Vertikal-Austastzeit ist durch etwa 10 s gegeben.

Daher liegt bei der vorliegenden Erfindung das Steuersignal CR für Recycling von elektrischer Ladung mit einer vorbestimmten Impulsbreite an der Übertragungsgattereinheit 40 während einer vorbestimmten Zeit der Austastzeit, und sodann werden die Übertragungsgatter TG eingeschaltet, so daß die elektrischen Ladungen, die in den Datenleitungen DL geladen sind, einem Recycling unterworfen sind.

Zu dieser Zeit wird das Steuersignal CR für Recycling von elektrischer Ladung während der Horizontal-Austastzeit von jeder Gateleitung GL in dem analogen Ansteuerverfahren eingeschaltet. In dem digitalen Ansteuerverfahren kann, da das Steuersignal CR für Recycling von elektrischer Ladung zusammen mit dem Zeilenimpulssignal verwendet wird, nachdem die Gateleitung GL vor der Digital/Analog-Umsetzung eingeschaltet wird, das Steuersignal CR für Recycling von elektrischer Ladung für die analogen und digitalen Ansteuermethoden verwendet werden.

Fig. 6 gibt ein Wellenformdiagramm für den Fall an, daß die elektrische Ladung einem Recycling während der Horizontal-Austastzeit zwischen den Gateleitungen GL in der Punktinversionsmethode unterworfen wird. Die ungerade Anzahl von Datenleitungen DL und gerade Anzahl von Datenleitungen DL werden nach Einschalten der Gateleitung GL verbunden, um so eine Spannung zu liefern, die den Pegel der VCOM erreicht, ohne eine extern angelegte Spannung zu verwenden.

Wie in Fig. 7 gezeigt ist, werden die Gateleitungswählsignale GLS#1 bis GLS#n sequentiell von der Gateansteuereinheit 30 eingegeben. Wenn das Steuersignal CR für Recycling von elektrischer Ladung an jeder der Gatterleitungen GL#1 bis GL#n während der Horizontal-Austastzeit anliegt, werden die Übertragungsgatter TG der Übertragungsgattereinheit 40 eingeschaltet.

Daher werden die ungeradzahigen Datenleitungen DL und die geradzahigen Datenleitungen DL kurzgeschlossen, und, wie in Fig. 6 gezeigt ist, die Spannung zwischen zwei Datenleitungen DL nimmt eine VCOM an, was ein Zwischenpegel ist, so daß die elektrischen Ladungen einem Recycling unterworfen sind.

Wenn das Steuersignal CR für Recycling von elektrischer Ladung dort nicht anliegt, werden die ungeradzahigen Datenleitungen DL und die geradzahigen Datenleitungen DL voneinander getrennt, und ähnlich zum Stand der Technik wird das Videosignal von der Datenansteuereinheit 20 auf der LCD-Tafel 10 über die Datenleitungen DL angezeigt.

Daher wird, wie in Fig. 6 gezeigt ist, bei der vorliegenden Erfindung die Spannung so stark wie um $V/2$ durch die elektrische Ladungsrecycling-Operation verändert, so daß die Spannungsänderung aufgrund der externen Leistung auf $1/2$ verglichen mit der herkömmlichen TFT-LCD-Ansteuerschaltung reduziert ist, in welcher die Änderungsbreite des Videosignales der Datenleitung DL den Wert V hat. Als Ergebnis ist die Leistungsaufnahme des Ausgangsanschlusses auf $1/4$ wie folgt reduziert:

$$E = C_L (1/2V)^2 = C_L 1/4V^2 = E/4.$$

Fig. 8 veranschaulicht eine Spalteninversionsmethode gemäß der vorliegenden Erfindung. Insbesondere ist Fig. 8 ein Wellenformdiagramm, bei dem ein Recycling elektrischer Ladung erfolgt, indem das Steuersignal CR für Recycling von elektrischer Ladung während der Horizontal-Austastzeit zwischen den Vollbildern angelegt wird. Zusätzlich ist der Betrieb hiervon der gleiche wie bei der Punktinversionsmethode. In diesem Fall ist die Leistungsaufnahme des Ausgangsanschlusses ebenfalls auf 1/4 reduziert.

Wie oben beschrieben ist, liegt bei der Punktinversionsmethode und der Spalteninversionsmethode ein Steuersignal CR für Recycling von elektrischer Ladung an der TFT-LCD-Ansteuerschaltung während der Austastzeit, so daß die ungeradzahigen Datenleitungen DL und die geradzahigen Datenleitungen DL kurzgeschlossen sind, und somit werden die elektrischen Ladungen der Datenleitungen DL einem Recycling unterworfen, um die Leistungsaufnahme des Ausgangsanschlusses auf 1/4 zu reduzieren.

Da zusätzlich in der Ansteuerschaltung die Leistungsaufnahme abgesenkt ist und die erzeugte Wärmemenge gering ist, ist es möglich, wenn die LCD-Vorrichtung aus dem polykristallinen Silicium-Dünnschichttransistor (Poly-Si-TFT) hergestellt ist, das Betriebsverhalten der LCD zu steigern und die Kennlinienverschlechterung des TFT zu verringern.

Da es möglich ist, einen klein bemessenen analogen Schalter der Datenleitung zu verwenden, wird weiterhin bei dem analogen Ansteuerungsverfahren das Durchführungsrauschen merklich reduziert.

Patentansprüche

1. Ansteuerschaltung für eine Dünnschichttransistor (TFT)-Flüssigkristallanzeige (LCD) mit Recycling für elektrische Ladung, mit einer Datenansteuereinheit (20), die Videodaten für ein Pixel über eine Vielzahl von Datenleitungen (DL) abgibt, und einer LCD-Tafel (10), die Videosignale von den Datenleitungen anzeigt, gekennzeichnet durch:
eine Übertragungsgateeinheit (40) oder eine Leittransistoreinheit, angeschlossen zwischen der Datenansteuereinheit (20) und der LCD-Tafel (10), für ein Recycling einer in die Datenleitung (DL) geladenen elektrischen Ladung gemäß einem Recycling-Steuersignal (CR) für elektrische Ladung während einer Austastzeit.
2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsgateeinheit (40) eine Vielzahl von Übertragungsgattern (TG) aufweist, die zwischen einer ungeraden Anzahl von Datenleitungen (DL) und einer geraden Anzahl von Datenleitungen (DL) verbunden sind.
3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leittransistoreinheit durch eine Vielzahl von Leittransistoren zwischen einer ungeraden Anzahl von Datenleitungen (DL) und einer geraden Anzahl von Datenleitungen (DL) gestaltet ist.
4. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersignal (CR) für Recycling von elektrischer Ladung anliegt, wann immer eine Gateleitung (GL) oder ein Vollbild verändert wird.
5. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersignal (CR) für Recycling von elektrischer Ladung während einer vorbestimmten Austastzeit anliegt.
6. Punktinversionsverfahren und Spalteninversions-

verfahren mit einer Ansteuerschaltung für eine TFT-LCD, die aufweist:

eine ungerade Anzahl von Datenleitungen (DL) und eine gerade Anzahl von Datenleitungen (DL), die durch ein Steuersignal (CR) für Recycling von elektrischer Ladung während einer Horizontal-Austastzeit oder einer Vertikal-Austastzeit kurzgeschlossen werden.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1
STAND DER TECHNIK

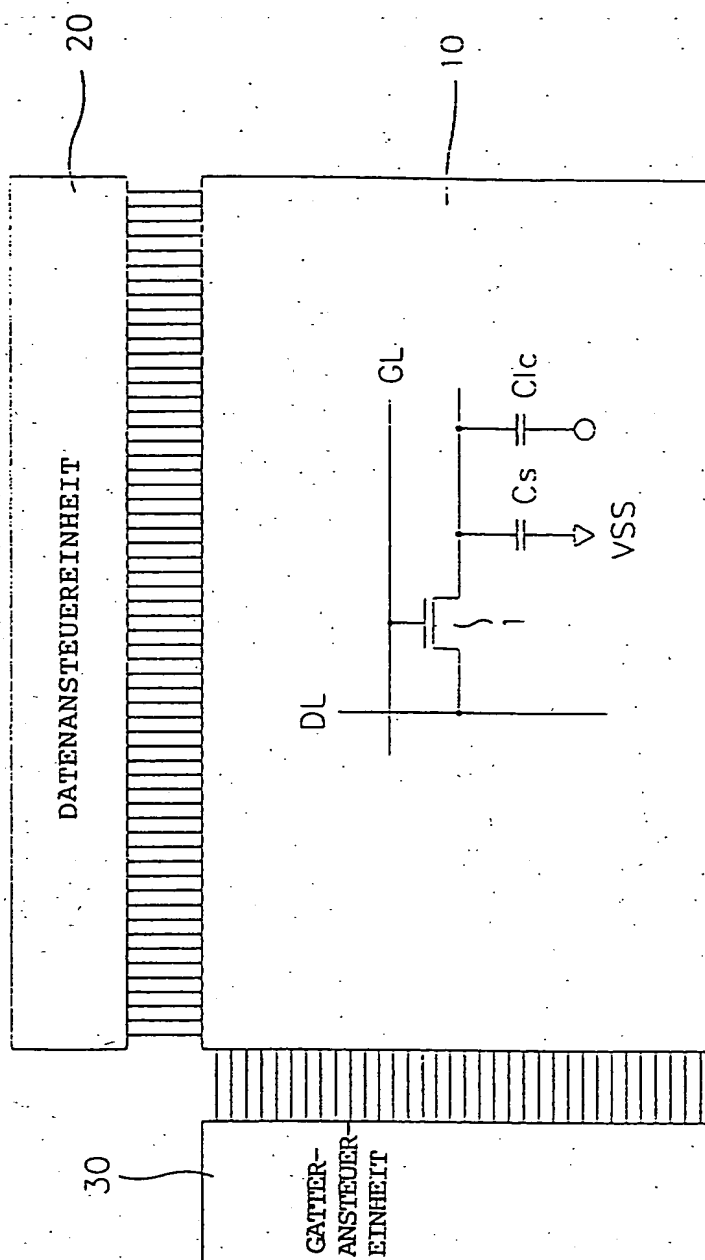


FIG. 2

STAND DER TECHNIK

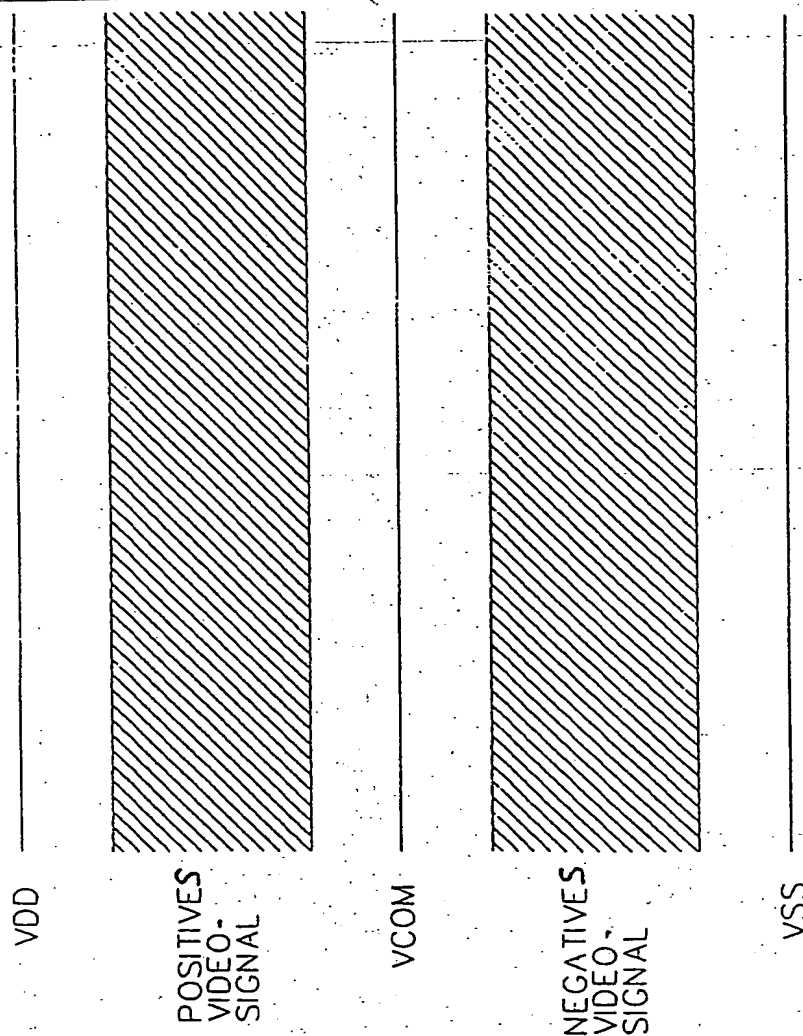


FIG. 3A

STAND DER TECHNIK

	UNGERADE VOLLBILDER				GERADE VOLLBILDER			
	DL #1	DL #2	DL #3	DL #4	DL #1	DL #2	DL #3	DL #4
GL #1	+	+	+	+	-	-	-	-
GL #2	+	+	+	+	-	-	-	-
GL #3	+	+	+	+	-	-	-	-
GL #4	+	+	+	+	-	-	-	-

FIG. 3B

STAND DER TECHNIK

	UNGERADE VOLLBILDER				GERADE VOLLBILDER			
	DL #1	DL #2	DL #3	DL #4	DL #1	DL #2	DL #3	DL #4
GL #1	+	+	+	+	-	-	-	-
GL #2	-	-	-	-	+	+	+	+
GL #3	+	+	+	+	-	-	-	-
GL #4	-	-	-	-	+	+	+	+



POSITIVES VIDEO-SIGNAL



NEGATIVES VIDEO-SIGNAL

FIG. 3C

STAND DER TECHNIK

	UNGERADE VOLLBILDER				GERADE VOLLBILDER			
	DL #1	DL #2	DL #3	DL #4	DL #1	DL #2	DL #3	DL #4
GL #1	+		+			+		+
GL #2	+		+			+		+
GL #3	+		+			+		+
GL #4	+		+			+		+

FIG. 3D

STAND DER TECHNIK

	UNGERADE VOLLBILDER				GERADE VOLLBILDER			
	DL #1	DL #2	DL #3	DL #4	DL #1	DL #2	DL #3	DL #4
GL #1	+	-	+	-	-	+	-	+
GL #2	-	+	-	+	+	-	+	-
GL #3	+	-	+	-	-	+	-	+
GL #4	-	+	-	+	+	-	+	-

 POSITIVES VIDEO-
SIGNAL


 NEGATIVES VIDEO-
SIGNAL

FIG. 4
STAND DER TECHNIK

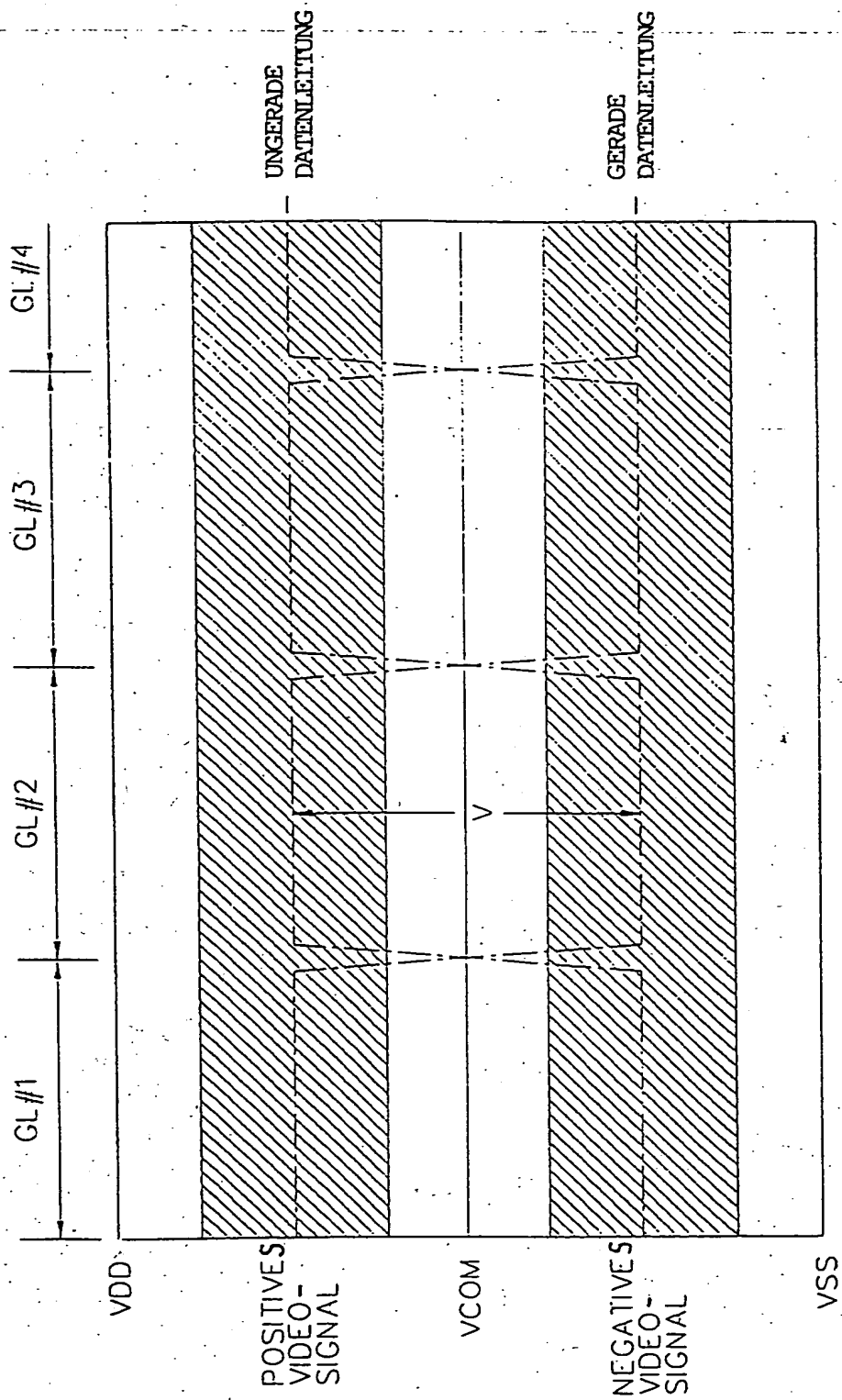


FIG. 5

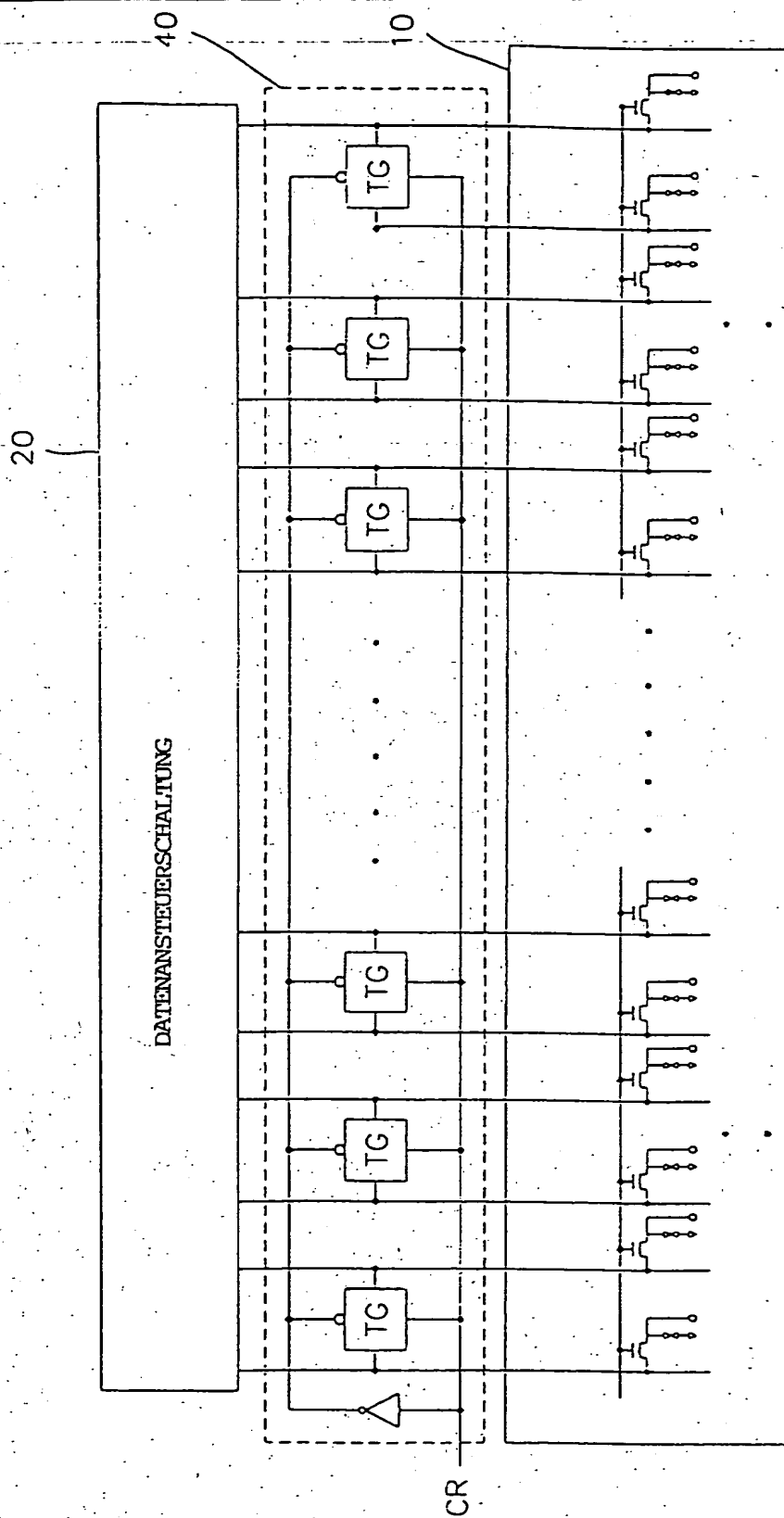


FIG. 6

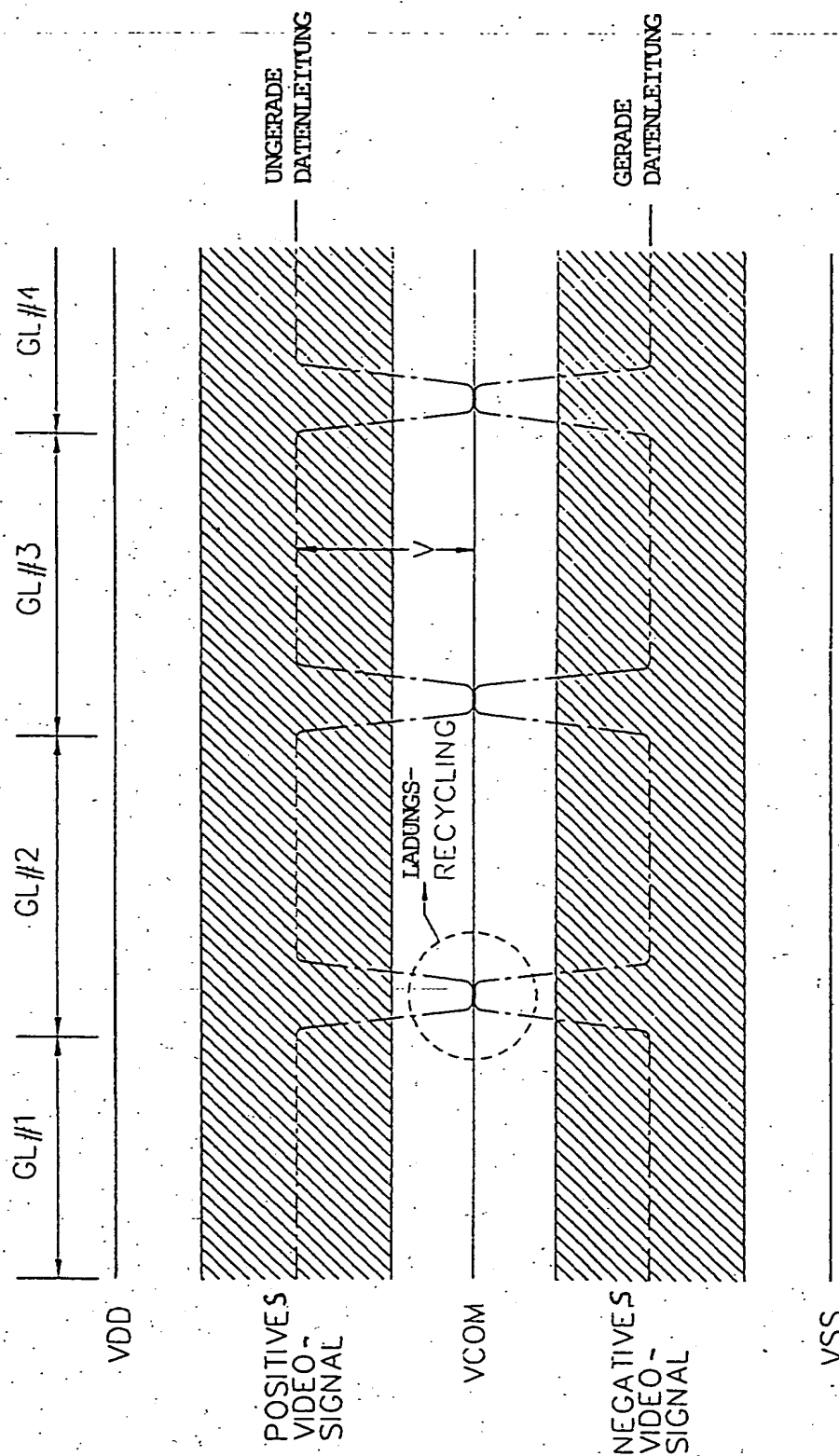


FIG. 7

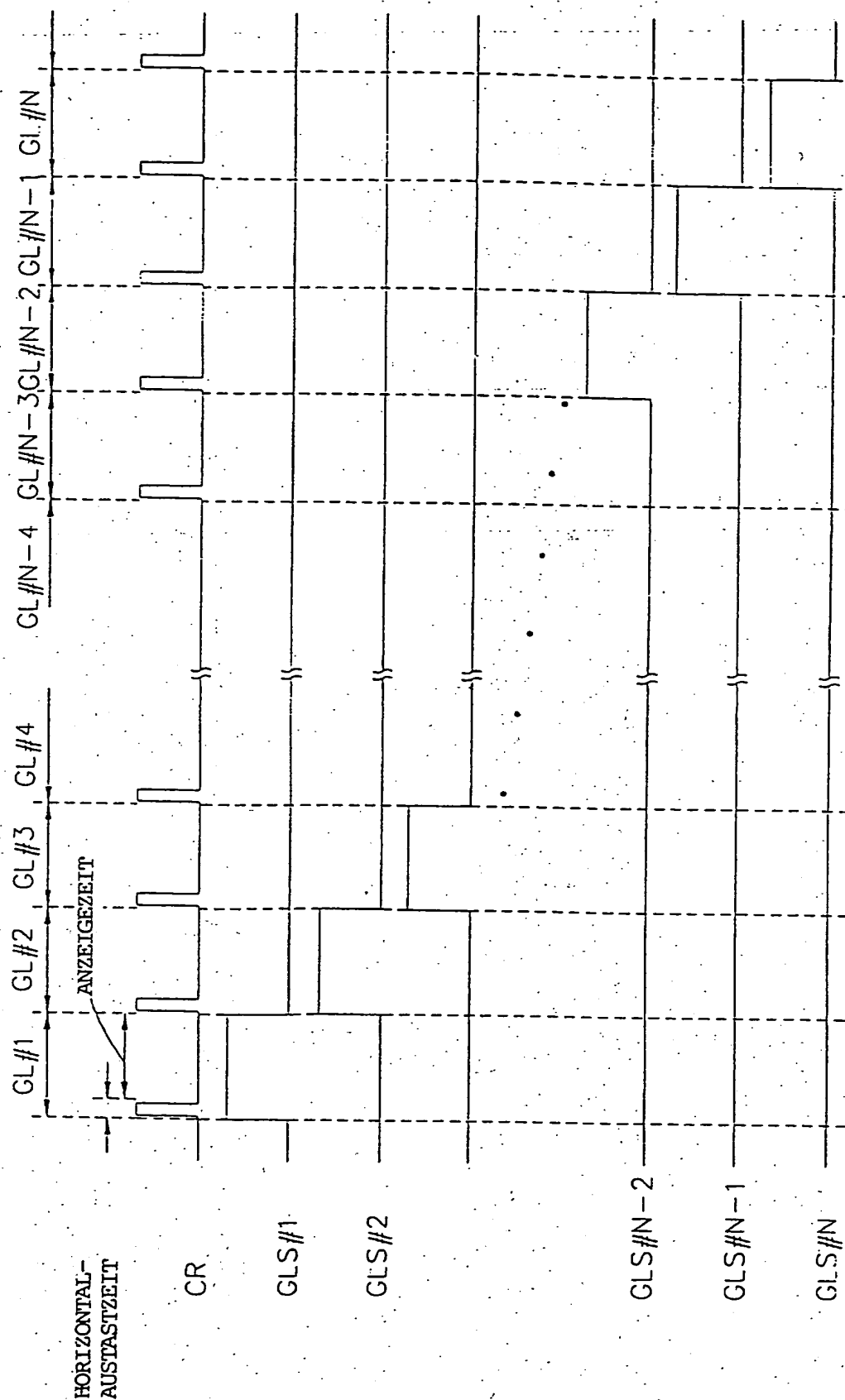
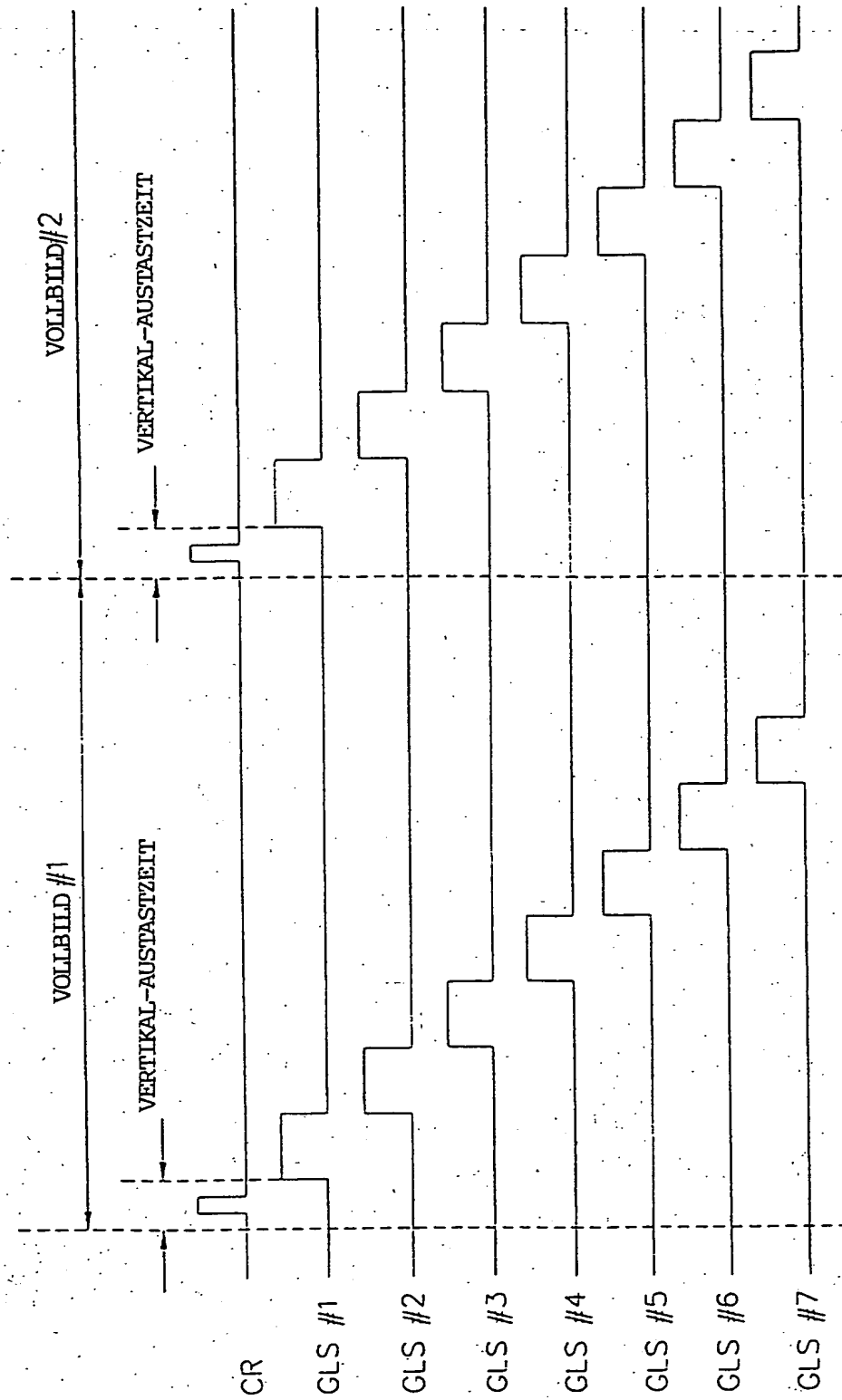


FIG. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.